


# ТЕПЛОВЫЕ ДВИГАТЕЛИ И ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ





---

«Раньше природа устрашала  
человека, а теперь человек  
устрашает природу»

Жак Ив Кусто

---

**Цель урока:** раскрыть физические принципы действия тепловых двигателей, расширить политехнический кругозор учащихся, раскрыть сущность связанных с тепловыми двигателями экологических проблем и убедить учащихся в жизненной важности бережливого отношения к окружающей нас природе.

- ✦ Введение.
- ✦ Страницы истории.
- ✦ Принцип работы тепловых двигателей.
- ✦  $P, V$  – диаграмма работы четырёхтактного карбюраторного ДВС.
- ✦ Влияние транспорта на окружающую среду.
- ✦ Пути решения экологических проблем.
- ✦ Заключение.

## ВВЕДЕНИЕ

Почти каждый день нам приходится ездить в троллейбусе, автобусе, трамвае. Что общего у автобуса и самолета, у автомобиля и ракеты? Без чего все такие разные технические средства остались бы недвижимыми? Ну конечно же, без двигателей или, как еще говорят, моторов. Двигатели-кругом. Они есть в холодильнике и в магнитофоне, в пылесосе и в часах. Много разных двигателей придумано, но самые сложные и самые распространенные-те, что работают за счёт тепла, преобразуя тепловую энергию в механическую. Их так и называют-тепловые двигатели. Прогресс нашей цивилизации напрямую связан с применением различных видов тепловых машин. Нет ни одной области человеческой деятельности, где бы не применялись машины. Они очень сильно изменили содержание человеческого труда. Именно применение этих машин позволило человечеству шагнуть в космос, раскрыть тайны морских глубин. Уровень развития любой страны определяется тем, какое количество различных машин приходится на душу населения.

# ВИДЫ ТЕПЛОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ



# Страницы истории



Перелистаем некоторые страницы истории. Первыми прототипами тепловых двигателей были пушка Архимеда и шар Герона. В то время изобретение Герона не нашло применения и осталось забавной игрушкой. Понадобилось пятнадцать столетий, чтобы игрушки превратились в в полезные изобретения. Появились сообщения об идеях Леонардо да Винчи и паровой турбине Джиованни Бранка. Стало известно об «огненной машине» - паровом насосе француза Дени Папена, которую усовершенствовали англичане Томас Севери и Томас Ньюкомен, предложив впускать в цилиндр уже готовый пар попеременно с холодной водой.

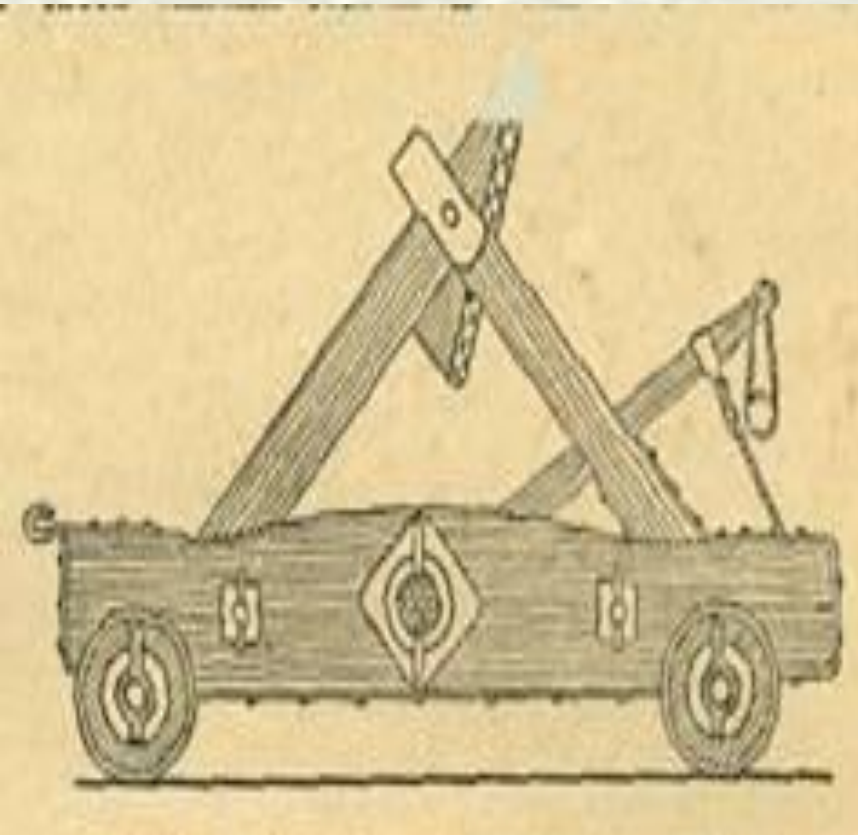


# Геронов шар

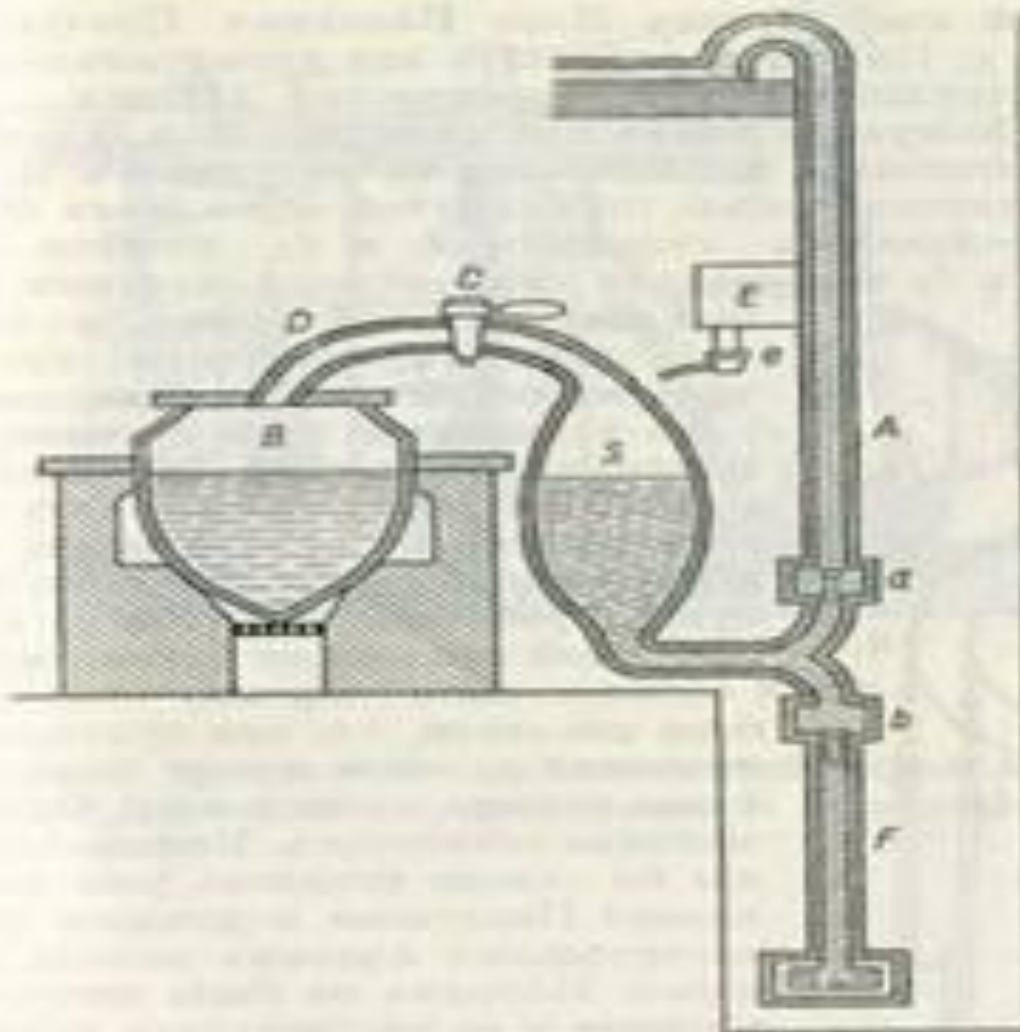


- 1- подвод пара от котла;
- 2- паровой котёл;
- 3- сопло;
- 4- пароприёмник.

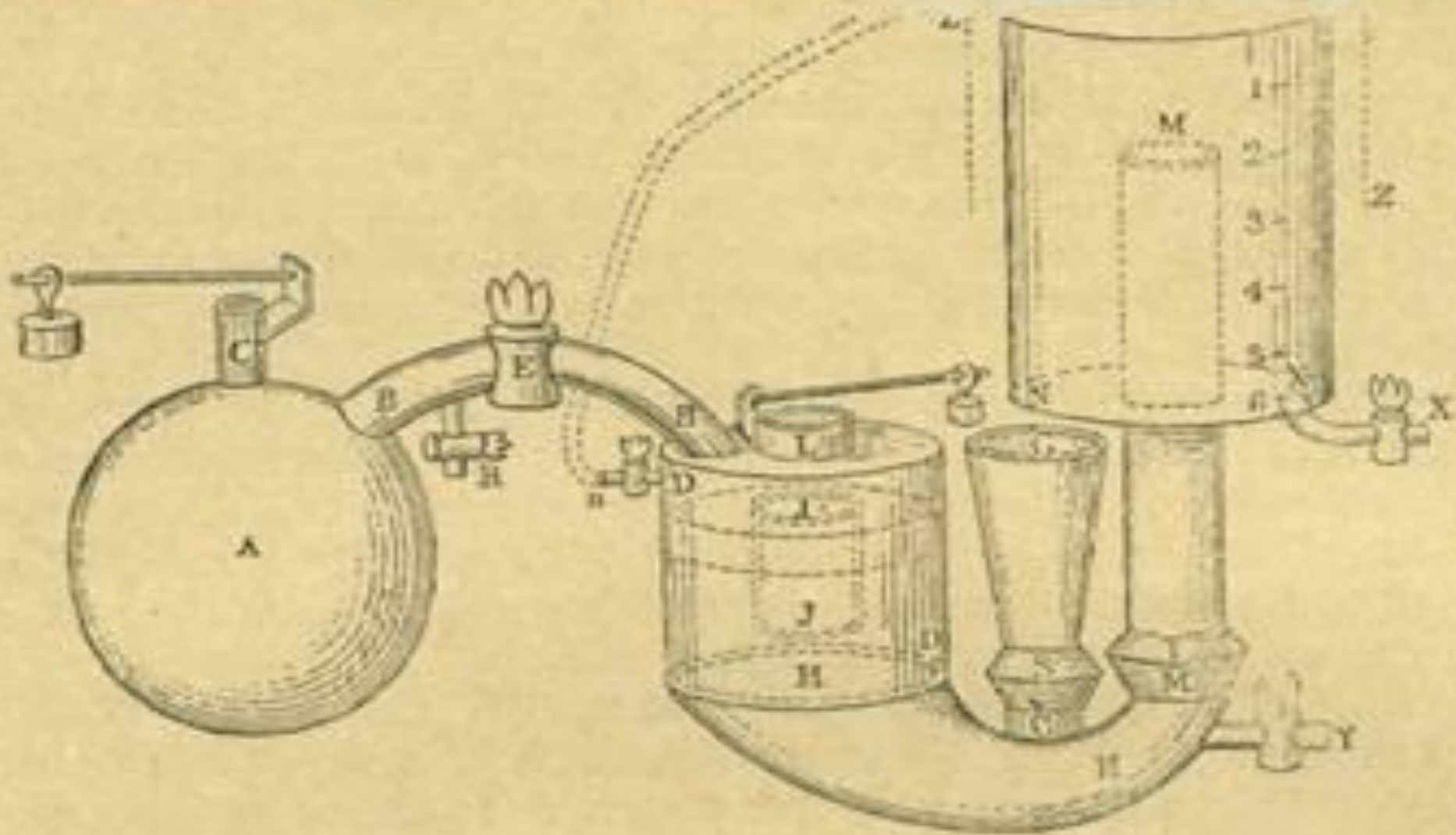
# ПУШКА АРХИМЕДА



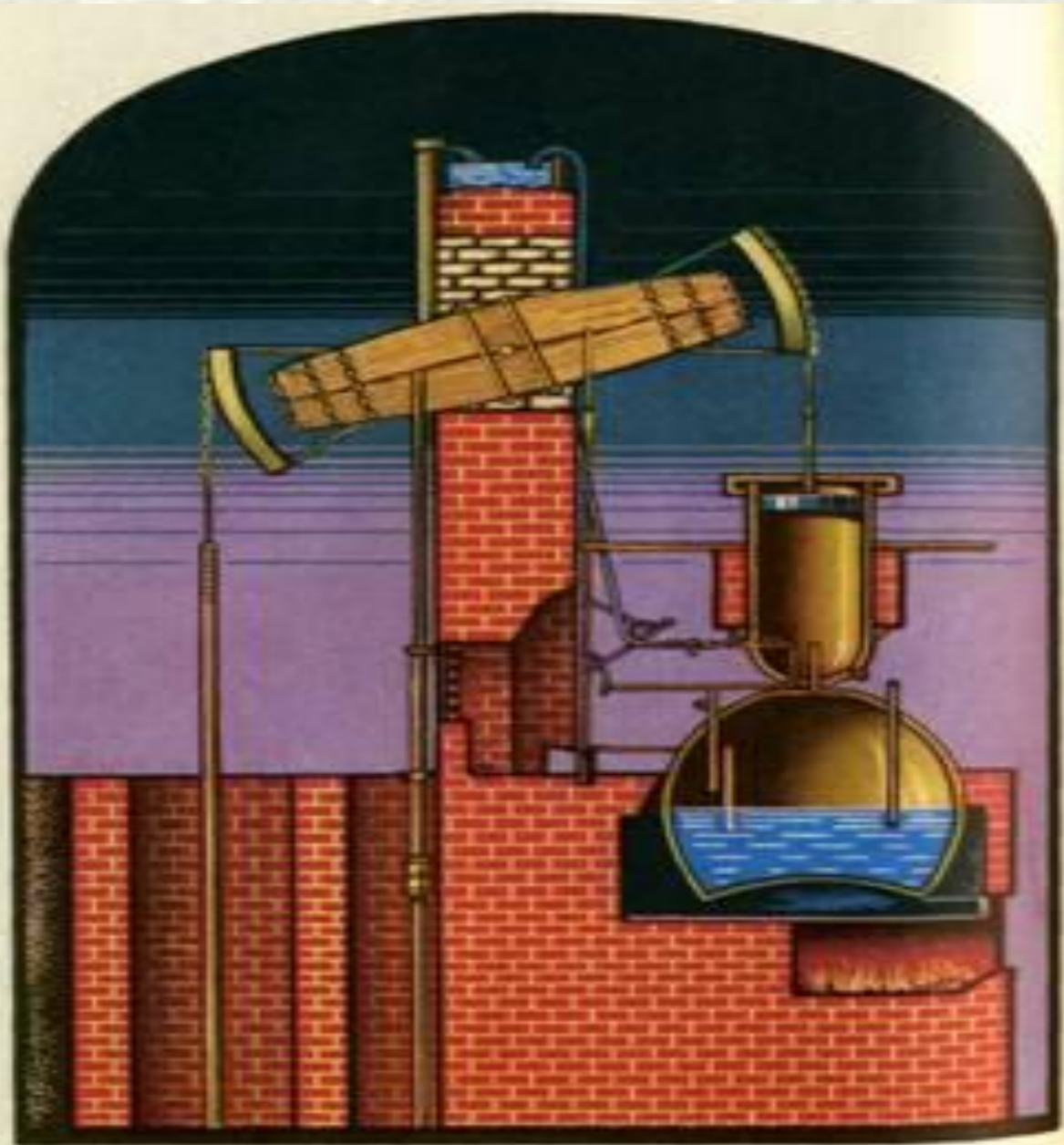
# Схема насоса Севери



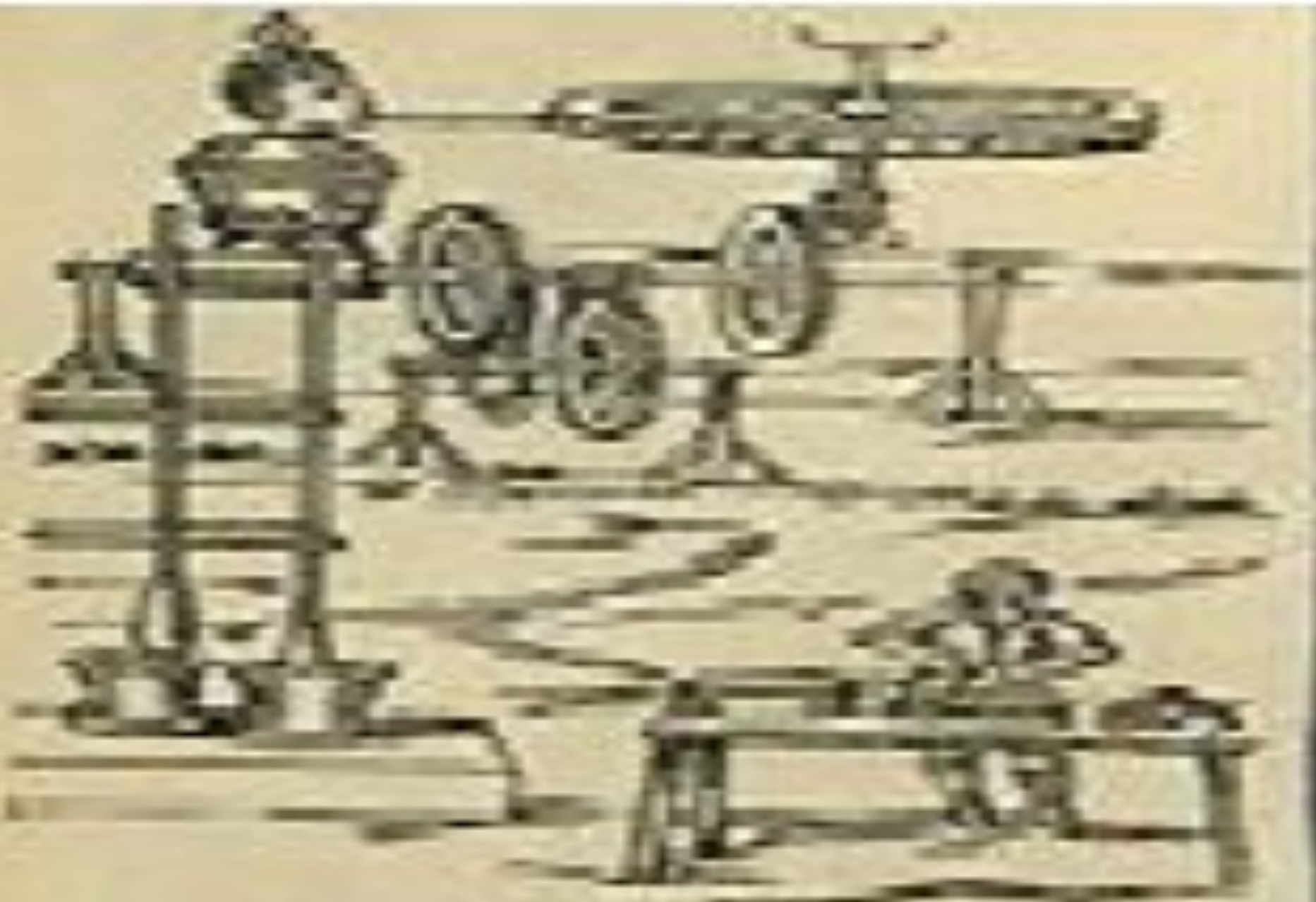
# Машина Папена



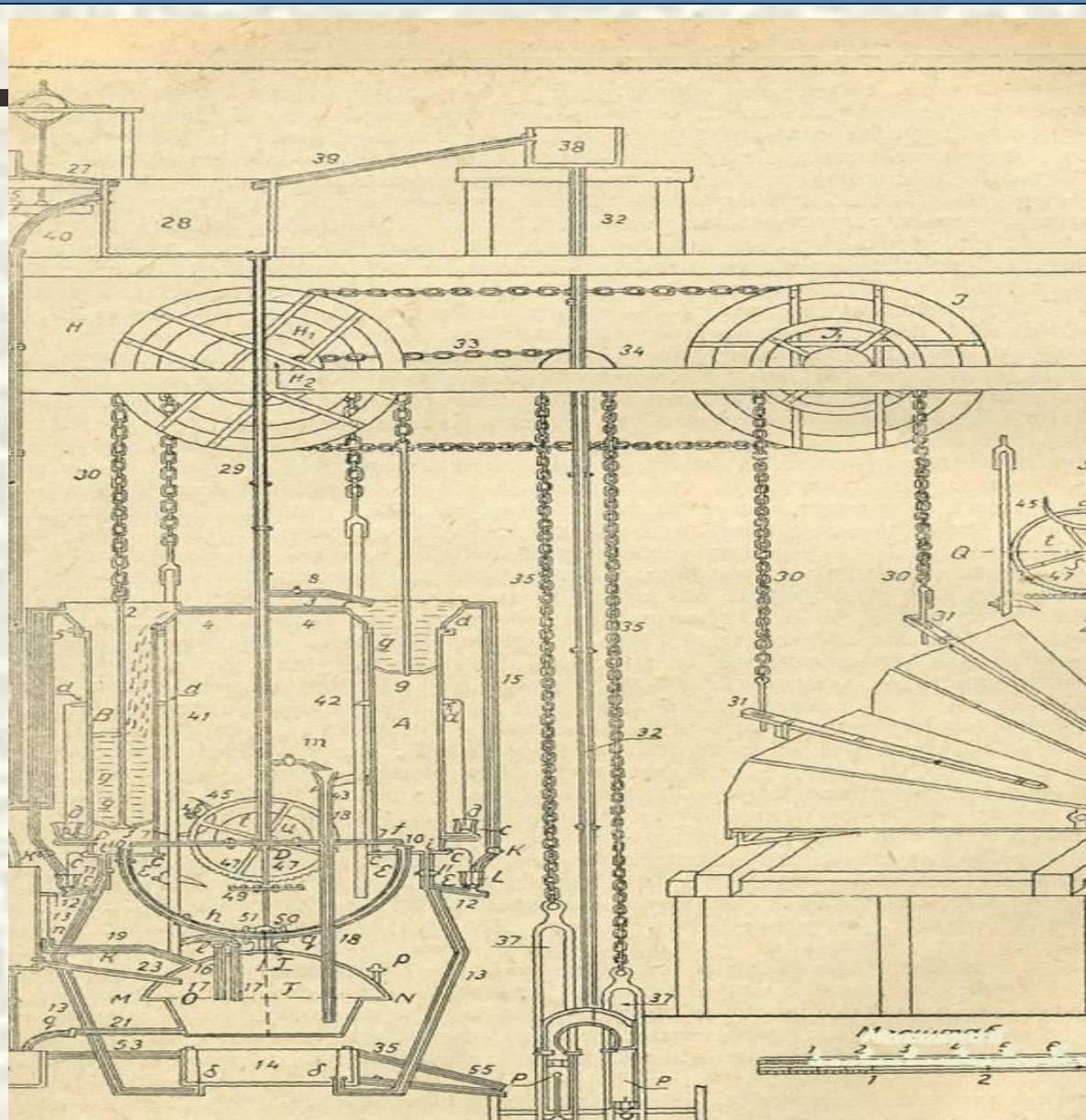
# Паровой насос Томаса Ньюкомена



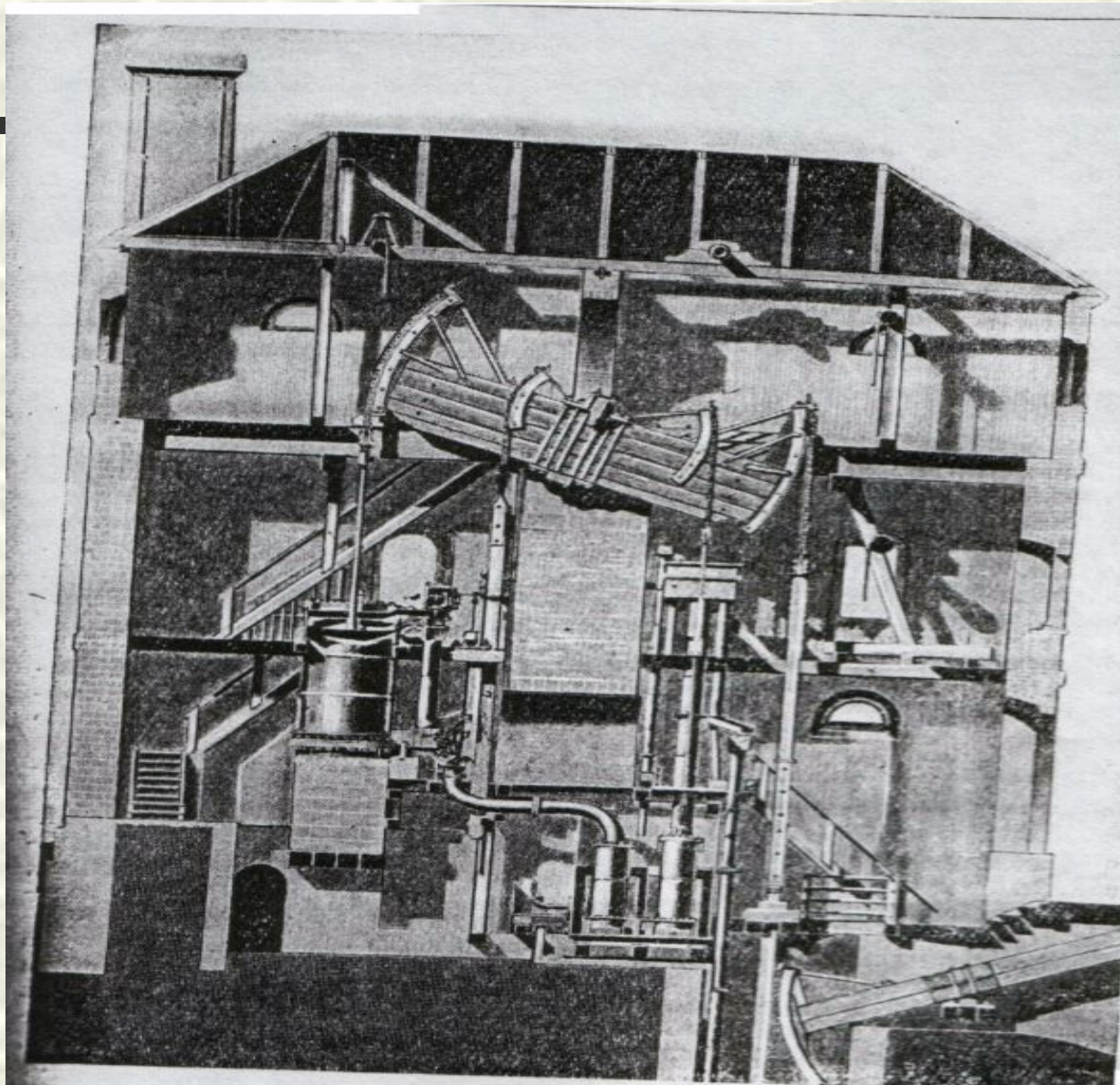
# Модель Бранка



# Чертеж паровой машины Ползунова

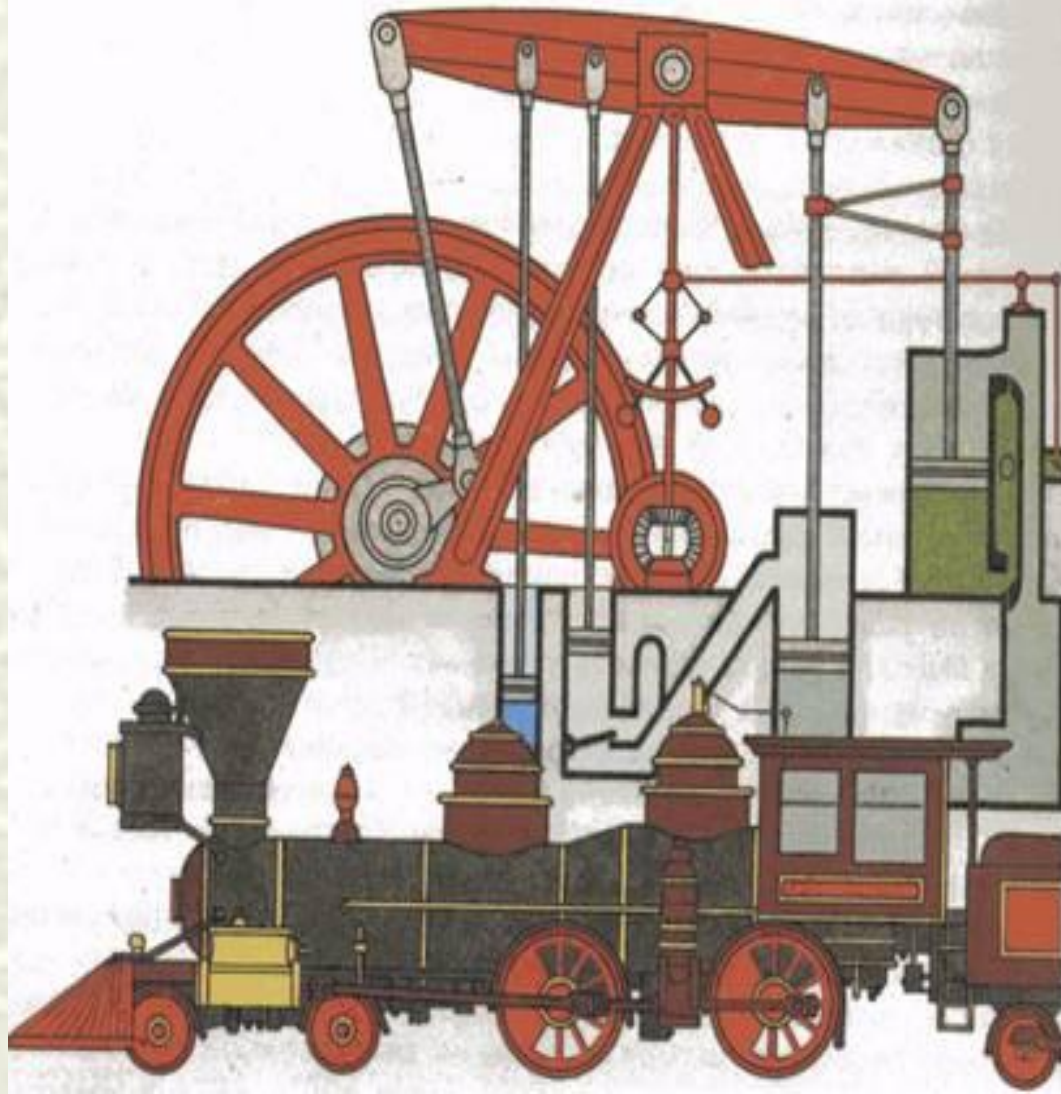


# Общий вид установки Ползунова





# Тепловая машина Дж. Уатта



Паровые машины начали свое шествие по Земле. Казалось, что до создания универсального парового двигателя осталось совсем немного. Однако понадобилось еще 50 лет, чтобы был построен универсальный двигатель, и случилось это в России.

И.И.Ползунов умер, когда ему было всего 38 лет. Паровая машина, которую он изобрёл, проработала недолго, и вскоре о ней и об изобретателе забыли. Первую вполне работоспособную универсальную паровую машину запатентовал в 1784г. Дж. Уатт. С небольшими усовершенствованиями она более ста лет оставалась единственным промышленным двигателем: она приводила в движение станки и паровозы, пароходы и даже первые автомобили.

Итак, к концу XVIII века все основные виды тепловых двигателей были известны: паровые машины, прототип двигателя внутреннего сгорания-машины с пороховым зарядом, прототип реактивного двигателя- Геронов шар. Двигатель внутреннего сгорания был изобретён в 1860 году

французским механиком Э.Ленуаром. Свое название он получил из-за того, что топливо в нем сжигалось не снаружи, а внутри цилиндра двигателя. Аппарат Ленуара имел несовершенную конструкцию, низкий КПД (около 3%)

и через несколько лет был вытеснен более совершенными двигателями.

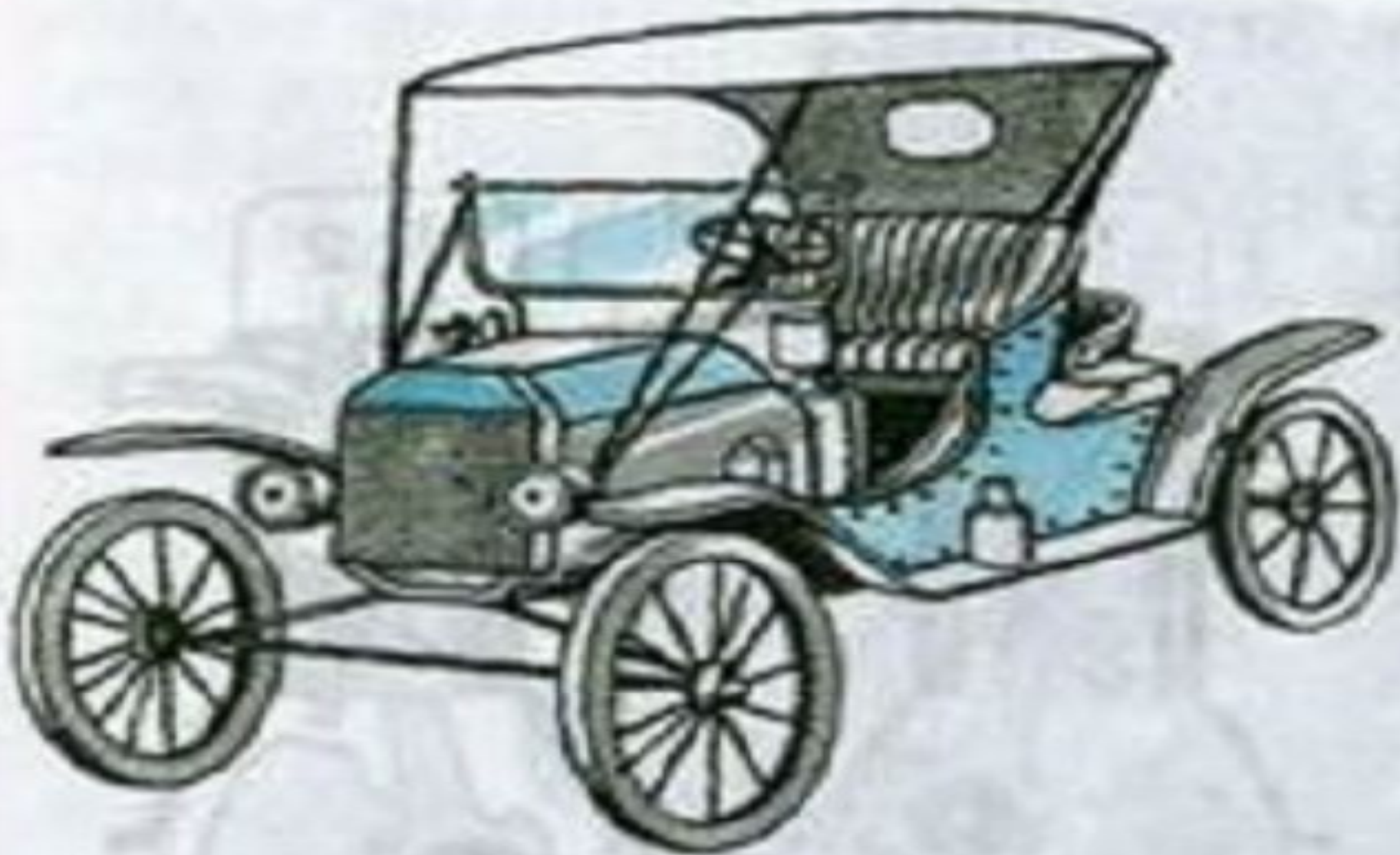
Наибольшее распространение среди них получил четырехтактный ДВС, сконструированный в 1878 году немецким изобретателем Н.Отто. Двигатели Ленуара и Отто работали на смеси воздуха со светильным газом.

Бензиновый ДВС был создан в 1885 году немецким изобретателем Г.Даймлером. Примерно в это же время бензиновый двигатель был разработан и О.С.Костовичем в России. Горючая смесь (смесь бензина с воздухом) приготавливалась в этом двигателе с помощью специального устройства, называемого карбюратором.

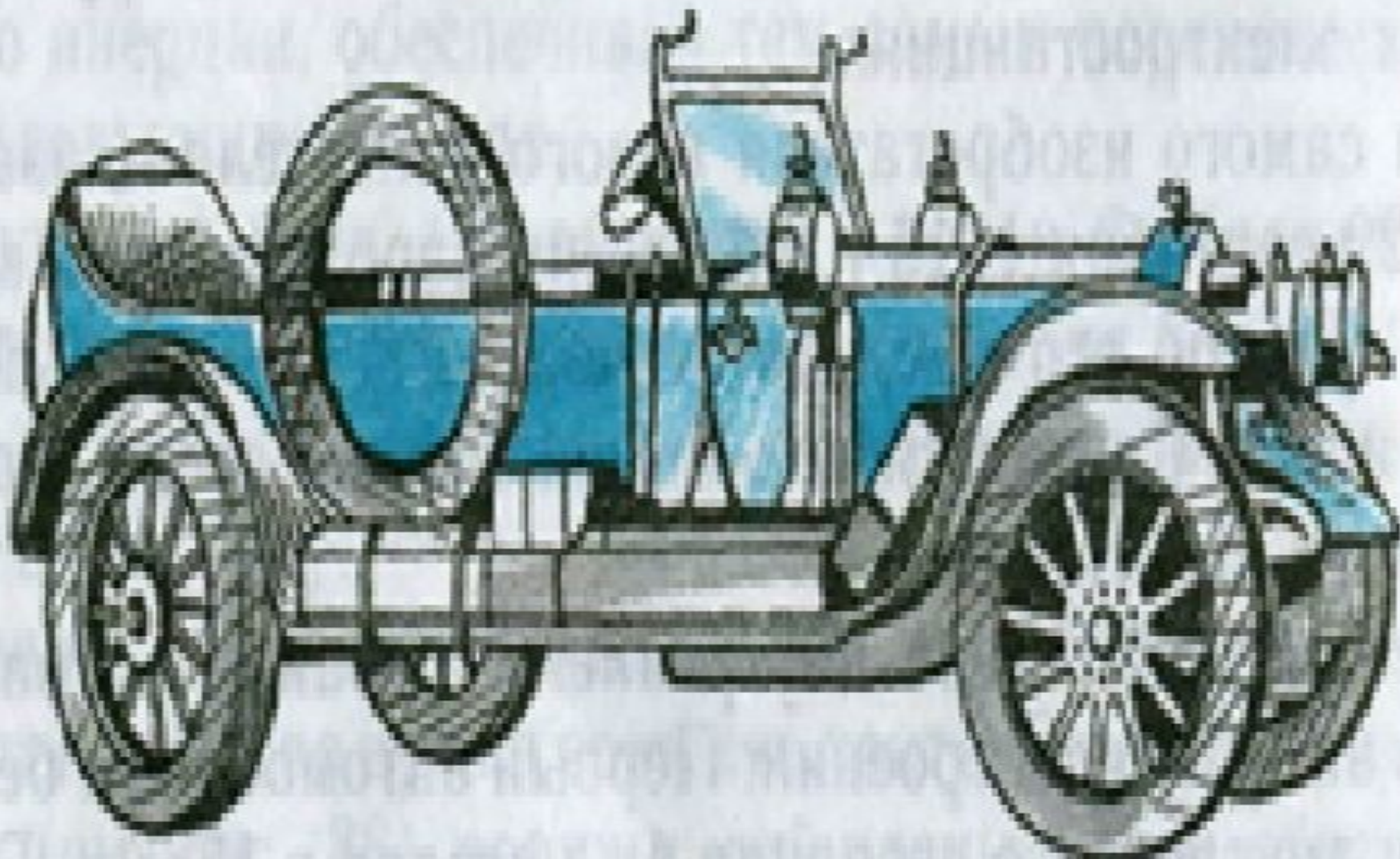
К концу XIX века ДВС заняли прочные позиции, и вскоре началась эра автомобилестроения.

Первый автомобиль с бензиновым ДВС был создан в 1886 году Г.Даймлером. В том же году появился трёхколесный автомобиль К.Бенца. В 1892 году свой первый автомобиль построил Г.Форд(США). Через 11 лет его автомобили были запущены в массовое производство. В 1908 году автомобили начали производить на Русско-Балтийском заводе в Риге.

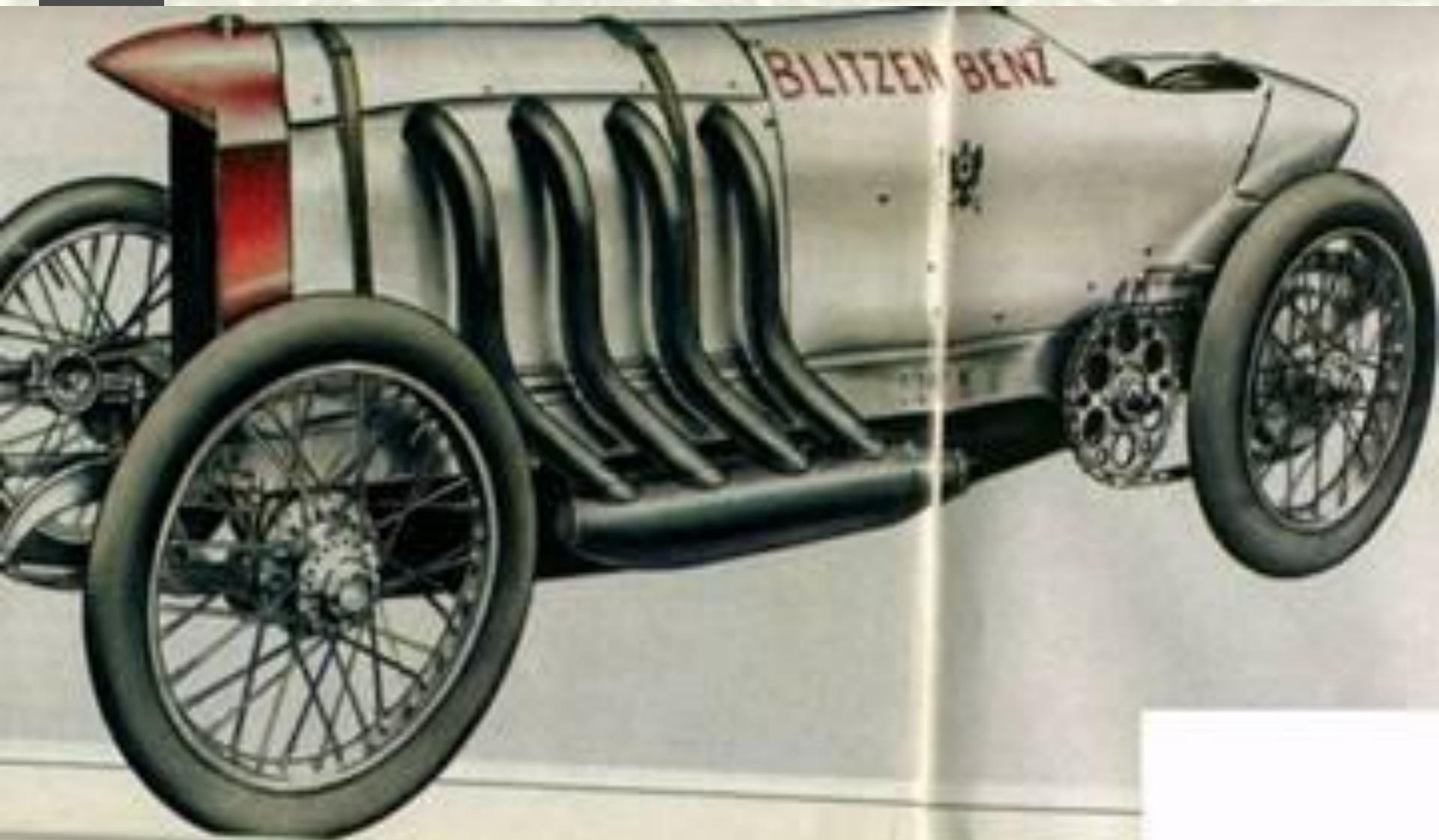
«Форд», США ,1892г.



# «Руссо-Балт»-первый русский автомобиль



# АВТОМОБІЛЬ « БЕНЦ »

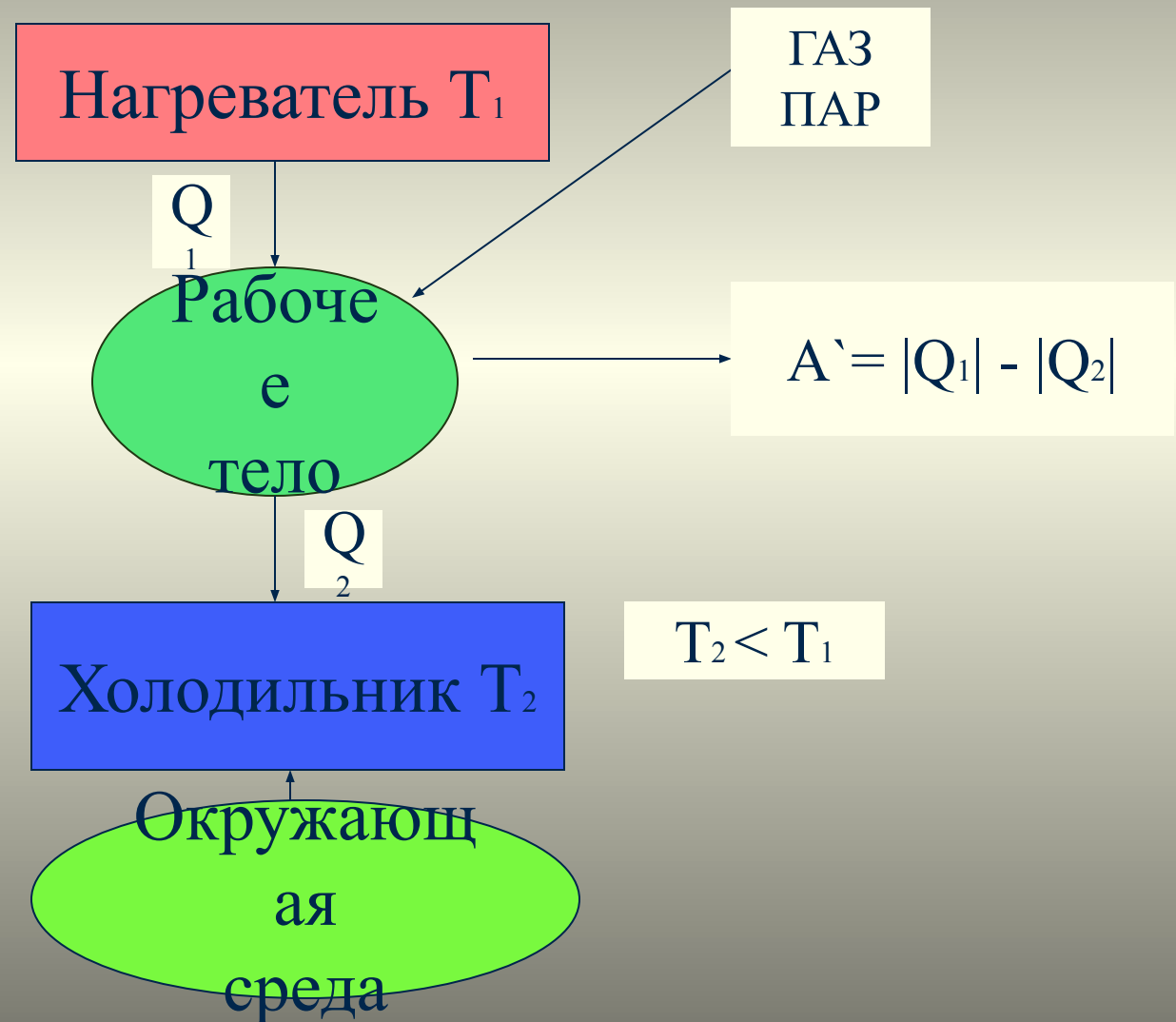




# Первый автомобиль



# ПРИНЦИП РАБОТЫ ТЕПЛОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ



В работе двигателей можно выделить следующие общие черты: 1). энергия топлива превращается в механическую энергию. При этом энергия топлива сначала превращается во внутреннюю энергию газа или пара, нагретых до высокой температуры;

2). необходимо наличие двух тел с различными температурами. Они называются нагревателем и холодильником. Кроме того необходимо рабочее тело (пар или газ). В процессе работы теплового двигателя рабочее тело забирает у нагревателя некоторое количество теплоты  $Q_1$  и превращает часть его в механическую энергию  $A'$ , а непревращенную часть теплоты  $Q_2$  передает холодильнику.

По закону сохранения и превращения энергии  $Q_1=Q_2+A'$

3). работа любого теплового двигателя циклична. Каждый цикл состоит из разных процессов:

-получения энергии от нагревателя;

-рабочего хода (расширения рабочего тела и превращения части полученной энергии в механическую);

-передачи неиспользованной части энергии холодильнику.

Наличие нагревателя, рабочего тела и холодильника-принципиально необходимое условие для непрерывной циклической работы любого теплового двигателя.

Невозможность полного превращения внутренней энергии газа в работу тепловых двигателей обусловлена

необходимостью процессов в природе. Коэффициентом полезного действия теплового двигателя называют отношение работы  $A'$ , совершаемой двигателем, к количеству теплоты, полученному от нагревателя:

$$\eta = A' / |Q_1| = (|Q_1| - |Q_2|) / |Q_1| = 1 - |Q_2| / |Q_1|$$

Т.к. у всех двигателей некоторое количество теплоты передается холодильнику, то  $\eta < 1$ .

Французский инженер и учёный Сади Карно придумал идеальную тепловую машину с идеальным газом в качестве рабочего тела. Он получил для КПД этой машины

$$\text{следующее значение: } \eta = (T_1 - T_2) / T_1 = 1 - T_2 / T_1$$

а).  $\eta$  не зависит от  $Q$ ,  $P$ ,  $V$ ,  $m$  топлива;

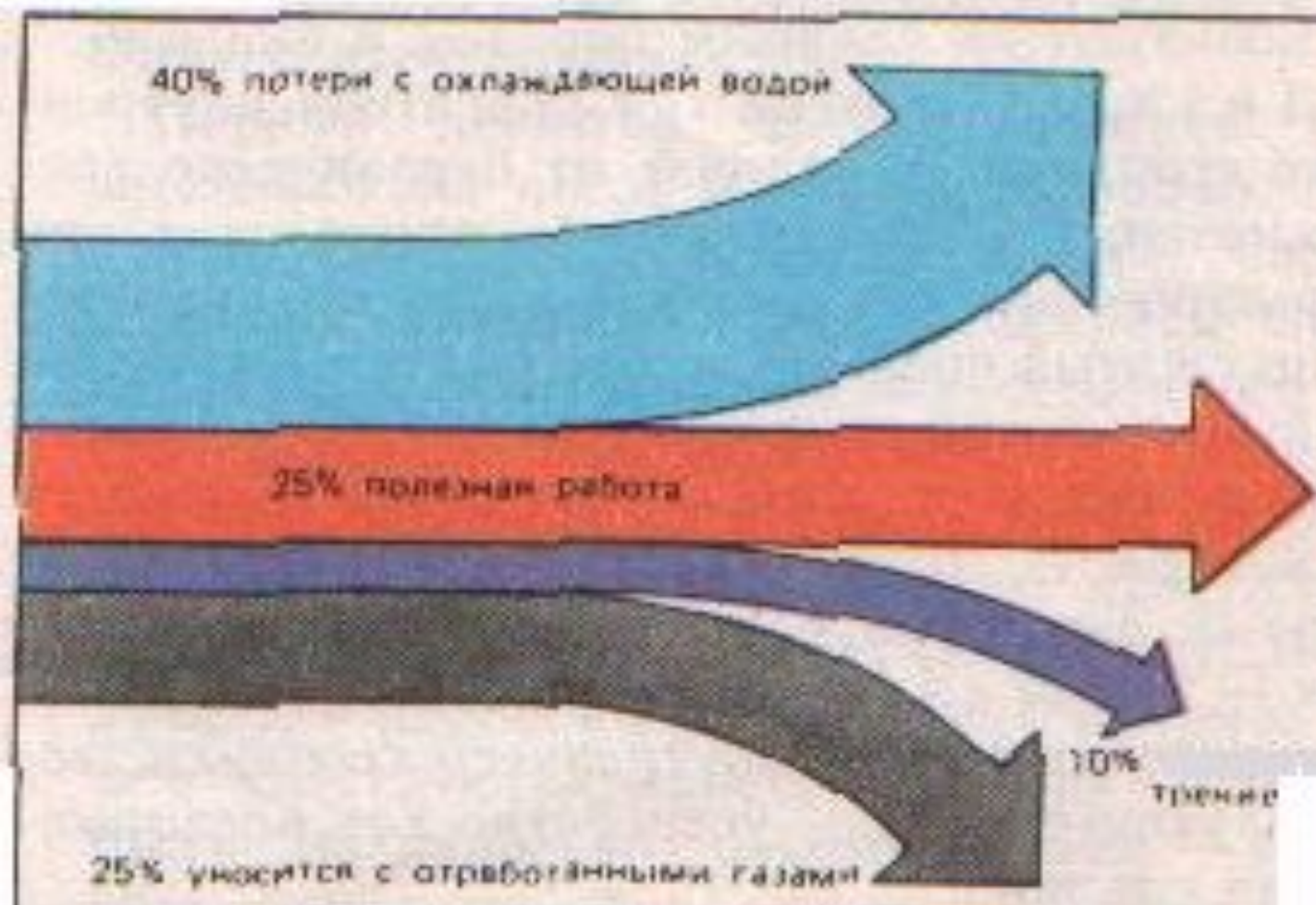
б).  $\eta$  является функцией только двух температур.

Данная формула даёт теоретический предел для максимального значения КПД тепловых двигателей.

Она показывает, что тепловой двигатель тем эффективнее, чем выше температура нагревателя и ниже температура холодильника. Лишь при температуре холодильника, равной абсолютному нулю,  $\eta=1$ .

Но температура холодильника практически не может быть ниже температуры окружающего воздуха. Повышать температуру нагревателя можно. Однако любой материал (твёрдое тело) обладает ограниченной теплостойкостью, и жаропрочностью.

# Графическое изображение КПД двигателя



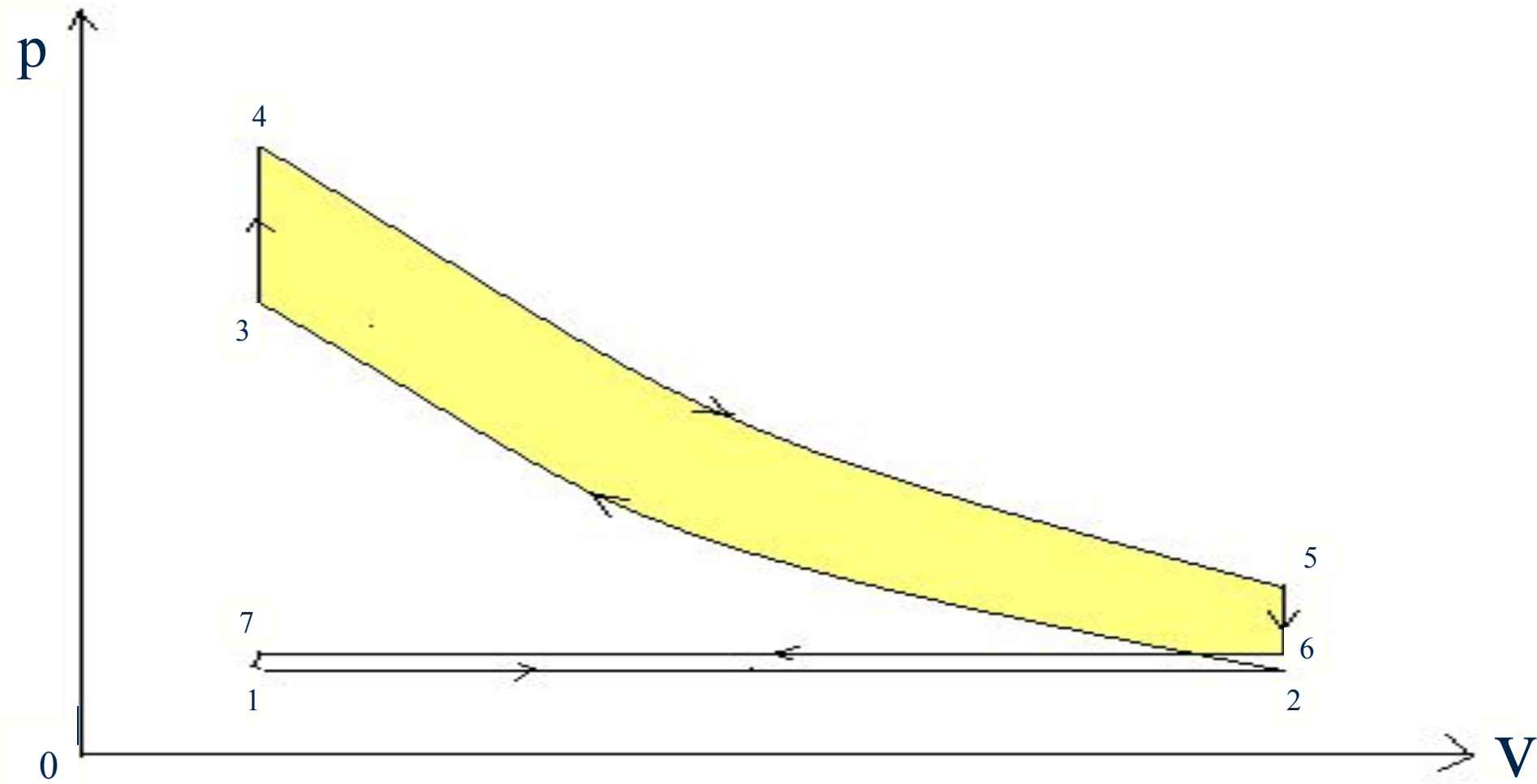
При нагревании он постепенно утрачивает свои упругие свойства, а при достаточно высокой температуре плавится. Сейчас основные усилия инженеров направлены на повышение КПД двигателей за счет уменьшения трения их частей, потерь топлива вследствие его неполного сгорания и т.д. Если проследить историю развития тепловых машин, то следует заметить, что постоянное усовершенствование машин в конструкции, в создании новых видов топлива привело к тому, что современные машины имеют достаточно высокий КПД по сравнению с первоначальными моделями. Первая паровая машина преобразовывала менее 1% всей энергии в полезную работу.



# P, V – ДИАГРАММА РАБОТЫ ДВС

А теперь в качестве примера рассмотрим принцип работы

карбюраторного двигателя с помощью P, V-диаграммы:



I такт: всасывание горючей смеси (1-2), объём увеличивается при  $P = \text{const}$ .

II такт: сжатие горючей смеси (2-3). В точке 3 горючая смесь поджигается электрической искрой, происходит взрыв, и давление скачком повышается (3-4).

III такт: рабочий ход (4-5), в конце которого (точка 5) открывается выпускной клапан, давление резко падает (5-6).

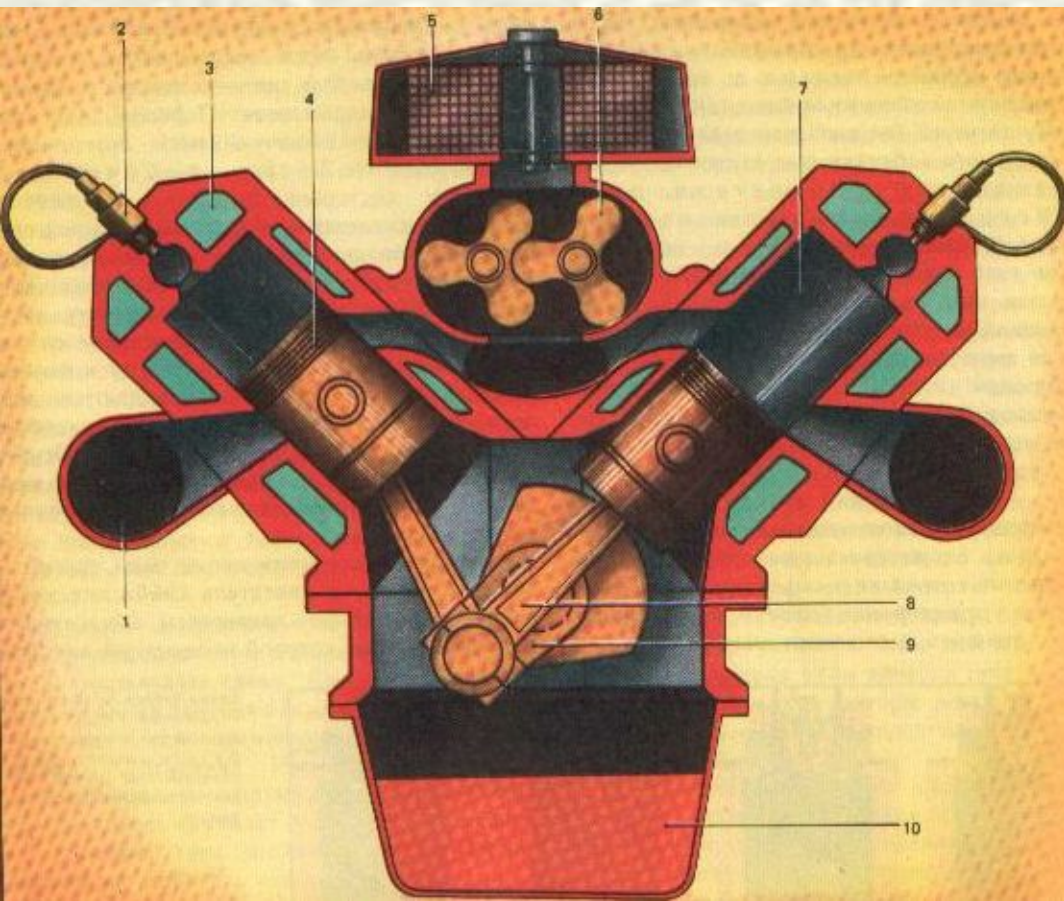
IV такт: поскольку давление остается больше атмосферного, отработанные газы выталкиваются в окружающую среду (6-7), происходит выхлоп.

Цикл завершён, закрывается выпускной клапан, открывается впускной, начинается новый цикл. Полезная работа ДВС равна площади заштрихованной фигуры.

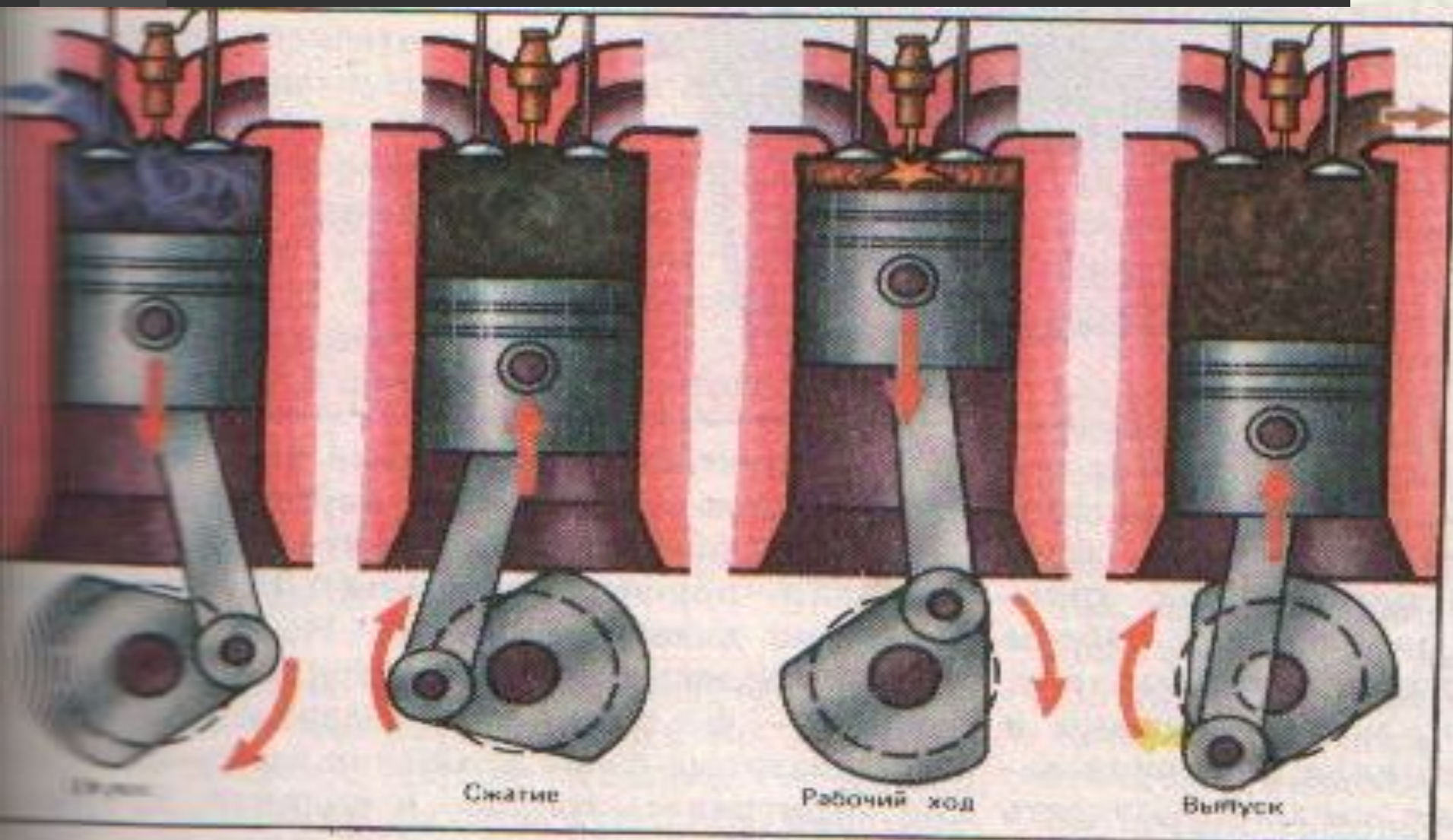
Малая масса, компактность, сравнительно высокий КПД (25-30%) обусловили широкое применение карбюраторных двигателей. Они приводят в движение автомобили, мотоциклы, моторные лодки, бензопилы. Но у этих двигателей есть и недостатки: дорогое высококачественное топливо, довольно сложная конструкция, большая скорость вращения вала двигателя, выхлопные газы, загрязняющие атмосферу. Более экономичен четырёхтактный дизельный ДВС. В истории техники известны имена таких изобретателей, как Т.А.Эдисон, Н.Тесла, В.Г.Шухов, которые подарили миру сотни идей и решений. У немецкого изобретателя Рудольфа Дизеля только одно детище, но зато такое, без которого сегодня немыслим мир машин, двигатель внутреннего сгорания с воспламенением от сжатия.

# РУДОЛЬФ ДИЗЕЛЬ

Дизель



# Схема работы четырёхтактного двигателя



# Пневматический модельный двигатель

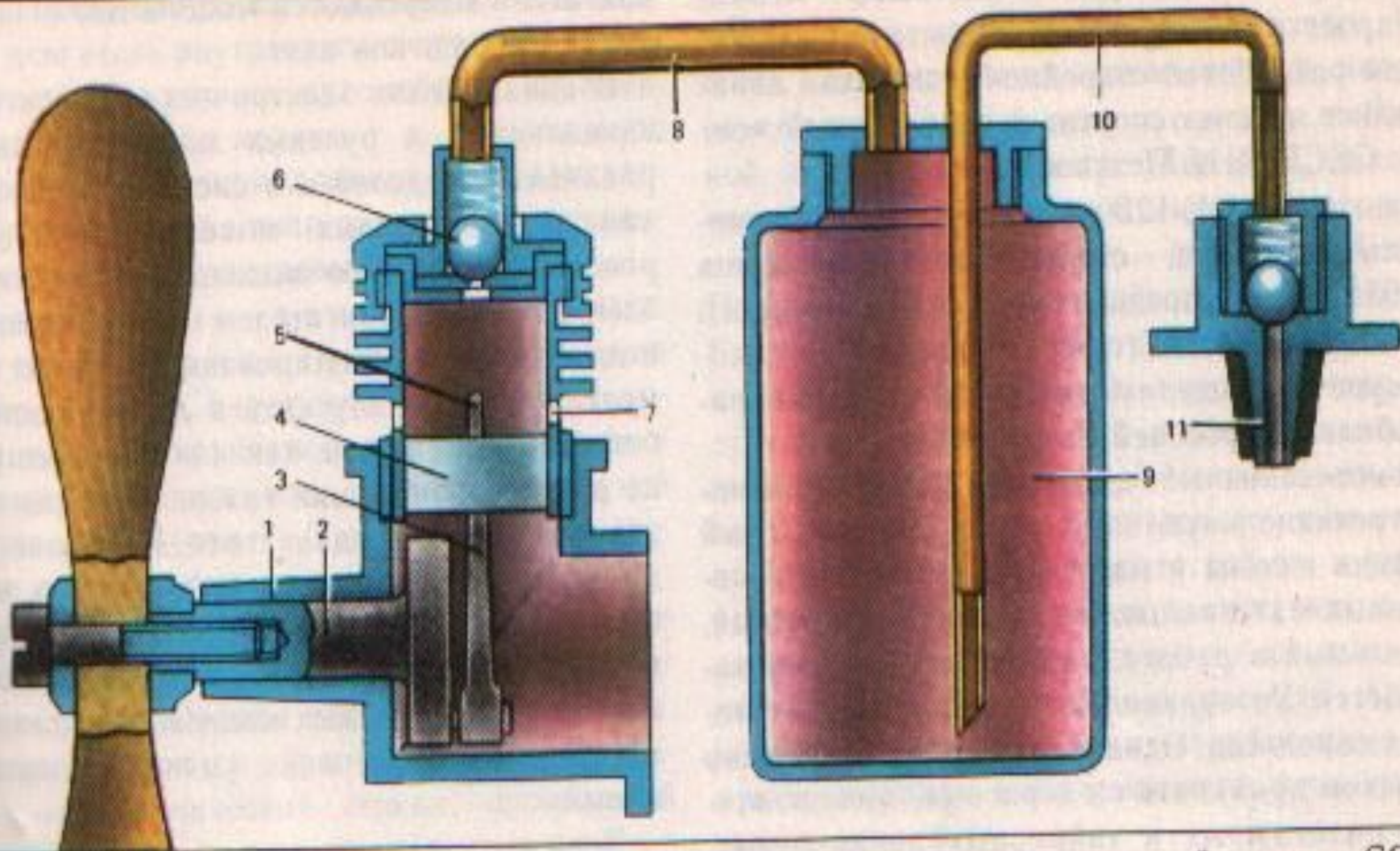
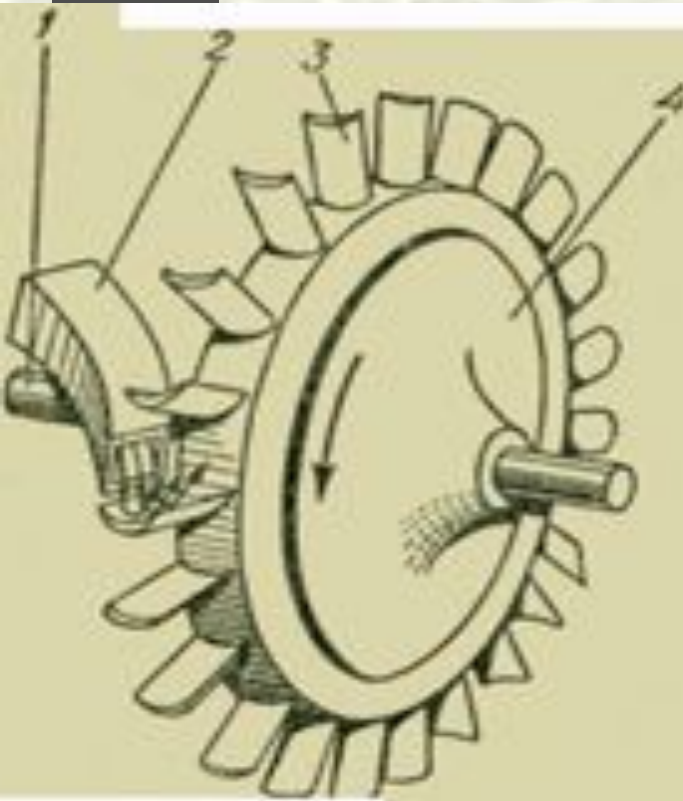


Схема пневматического устройства газ  $\text{CO}_2$



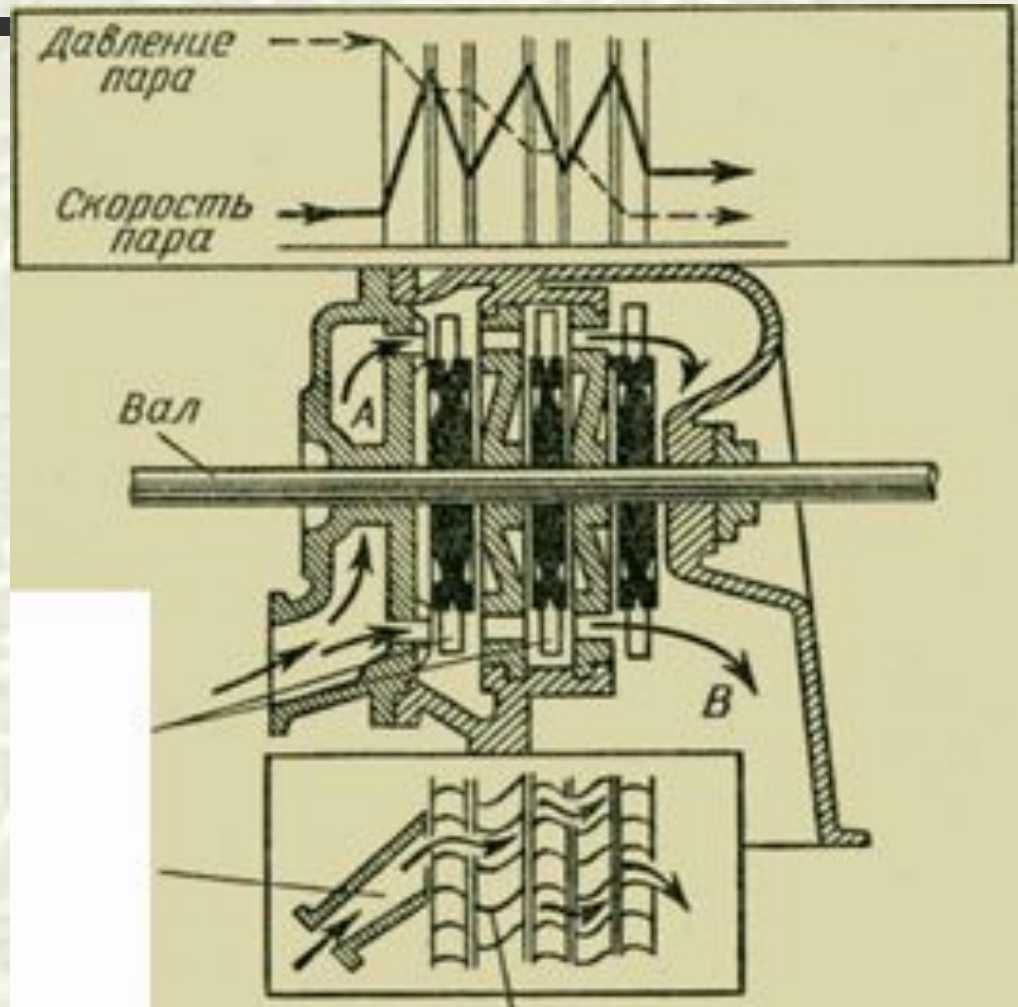
# Одноступенчатая турбина



Рабочие лопатки

Сопло

# Многоступенчатая турбина



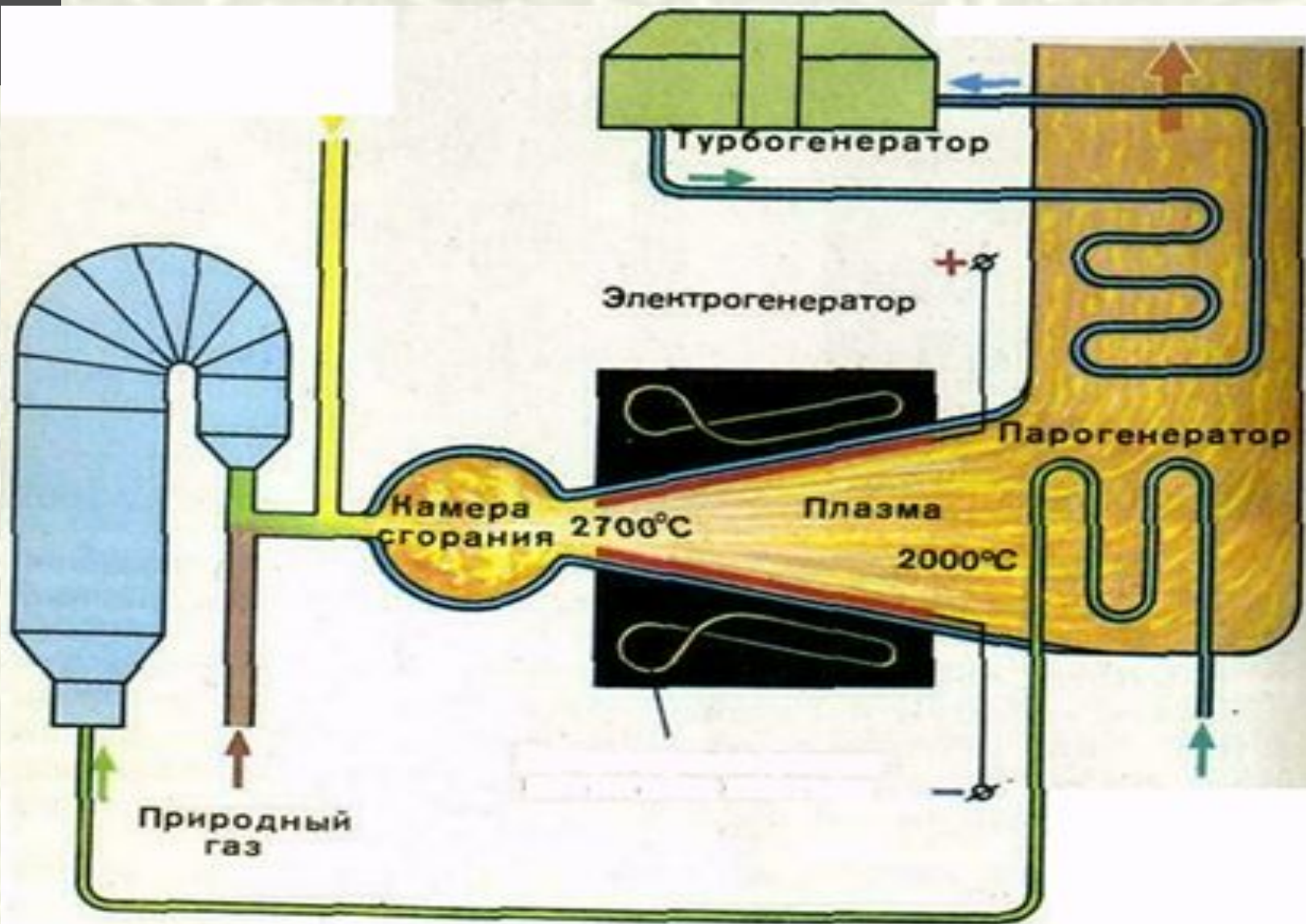
Направляющие лопатки



В 1892 году инженер Рудольф Дизель получил патент на двигатель, в цилиндре которого сжимался воздух, а не горючая смесь. В процессе этого сжатия температура воздуха поднималась настолько, что при попадании в него топлива оно самовозгоралось. Дизельный двигатель работает без карбюратора и свечи, на дешёвых сортах топлива, причем расходует его меньше. КПД=35-40%. Дизельные двигатели устанавливают на тракторах и автомобилях, на речных и морских теплоходах, на дизель-электроходах, тепловозах, электростанциях небольшой мощности.

# МГД- генератор

Электропроводящая  
добавка



Конструкторская мысль современных учёных идёт как по пути совершенствования существующих двигателей, так и по линии создания двигателей, конструкция которых принципиально отличается от существующих (МГД-генераторы, атомные, ядерные двигатели и т.д.).

Важно иметь в виду, что рост числа двигателей внутреннего сгорания не может не вызывать озабоченности с точки зрения охраны природы и защиты окружающей среды.

«Автомобиль- не роскошь, а средство передвижения»-это известно всем. Но то, что машина из блага цивилизации может превратиться в ее бич, мы, к сожалению, стали понимать совсем недавно. Чем больше машин выходит на улицы, тем труднее горожанам мириться с их гудящим и ча- дящим потоком.

Отрицательное влияние тепловых

машин на окружающую среду связано с действием различных факторов. Во-первых, при сжигании топлива используется кислород из атмосферы, вследствие чего содержание кислорода в воздухе постепенно уменьшается.

Во-вторых, сжигание топлива сопровождается выделением

в атмосферу углекислого газа. В атмосферу ежегодно выбрасывается 5 млрд. т  $\text{CO}_2$ . Дальнейшее увеличение концентрации  $\text{CO}_2$  в атмосфере может привести к повышению её температуры («парниковый эффект»).

В-третьих, при сжигании угля нефти атмосфера загрязняется азотными серными соединениями,

Вредными для здоровья человека.

# Загрязнение воздуха

слабое

сильное

Слабое

Сильное

Чистый выхлопной воздух

Выхлопной воздух

Выхлопной воздух

выхлопной



Выхлопной воздух

Выхлопной воздух

Выхлопной воздух



ней во взаимодействие, способствуют образованию ионов алюминия и других токсических металлов, что приводит к загрязнению как поверхностных, так и грунтовых вод.

Алюминий, например, способен вызвать болезнь Альцгеймера, заключающуюся в преждевременном старении и развитии умственной неполноценности.

Одна тонна бензина, сгорая, выделяет 500-800 кг вредных веществ. При сжигании топлива происходят выбросы и твердой фазы (сажи). Попадая в поверхностные воды, сажа способствует повышению их щелочной реакции. В саже содержится сильное канцерогенное вещество-бензопирен. Установлена высокая заболеваемость злокачественными опухолями у людей, длительное время дышавших воздухом с бензопиреном.

Особенно много бензопирена выделяется на холостом ходу, во время разгона, торможения, а также при езде по плохим дорогам.

Вследствие применения этилированного бензина в атмосферу выбрасывается ежегодно около 200 000 тонн свинца. Он вызывает заболевания крови, нарушение функции почек, нервные расстройства, отрицательно влияет на синтез белка и наследственность. В США применение этилированного бензина запрещено с 1988г.

Каковы же пути решения этих проблем?

Использование в автомобилях вместо карбюраторных бензиновых двигателей дизелей, в топливо которых не добавляют свинец. В большинстве стран мира запрещено использовать свинцовые добавки к бензину.

# Атомный ледокол

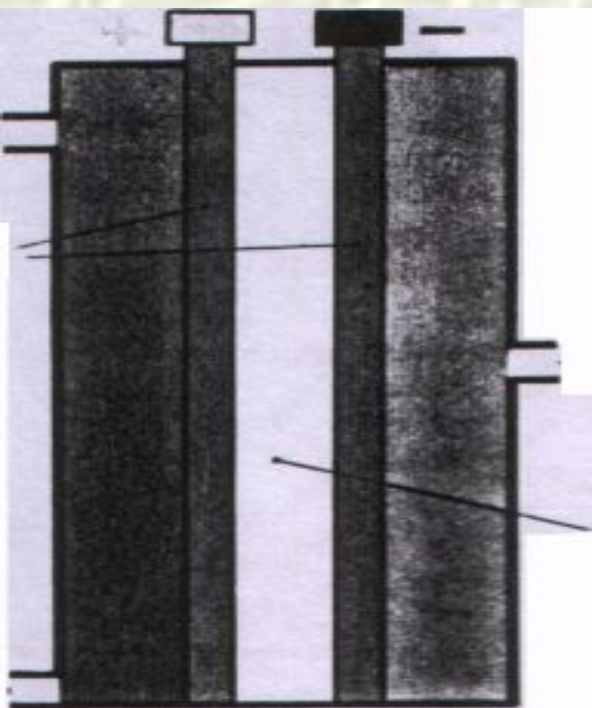




Коварным газом является

оксид углерода  $\text{CO}$ , или угарный газ. В лёгких он соединяется с гемоглобином крови в 200=300 раз быстрее, чем кислород. При сильном отравлении человек может погибнуть от кислородного голодания. Зарегистрированы случаи, когда, попадая в районы интенсивного автомобильного движения, люди теряли сознания. Угарный газ угнетает также активность ферментов клеток печени, сердца, мозга, повышает уровень сахара в крови. Выбросы сернистого газа  $\text{SO}_2$  и оксидов азота вызывают заболевания дыхательных путей. Кроме того, осадки (дождь, туман, снег), оседая на почву и вступая с

# Электромобиль



. Кроме того, автомобили могут работать на более экологически чистом топливе-сжиженном газе. Выхлопных газов при этом образуются гораздо меньше. Конечно, автомобили выжигают кислород атмосферы. Но в любом городе много пустырей, а в любой сельской местности - заброшенных земель, все они могут быть засажены деревьями, которые восполнят в атмосфере кислород, израсходованный машинами.

перспективными являются разработки и испытания автомобилей, в которых вместо бензиновых двигателей применяются электродвигатели, питающиеся от аккумуляторов, или двигатели, использующие в качестве топлива водород

Водородное топливо обладает многими достоинствами. Его теплотворная способность почти в 3 раза выше чем у бензина. Водород самый распространенный элемент во Вселенной, на Земле его в 100 000 раз больше, чем каменного угля. Запасы его практически неисчерпаемы. Более того, при сгорании образуется вода, из которой можно снова получить водород.

Везде пути открыты водороду,  
Горючим стать имею все права,  
Не гибла бы от дыма вся природа,  
Прекрасная зеленая трава.

Водород легко транспортировать по трубопроводам и распределять между потребителями. Подсчитано: транспортировка водорода на 100 км обходится на 20% дешевле, чем того же количества электроэнергии.

# Автомобиль на топливных элементах

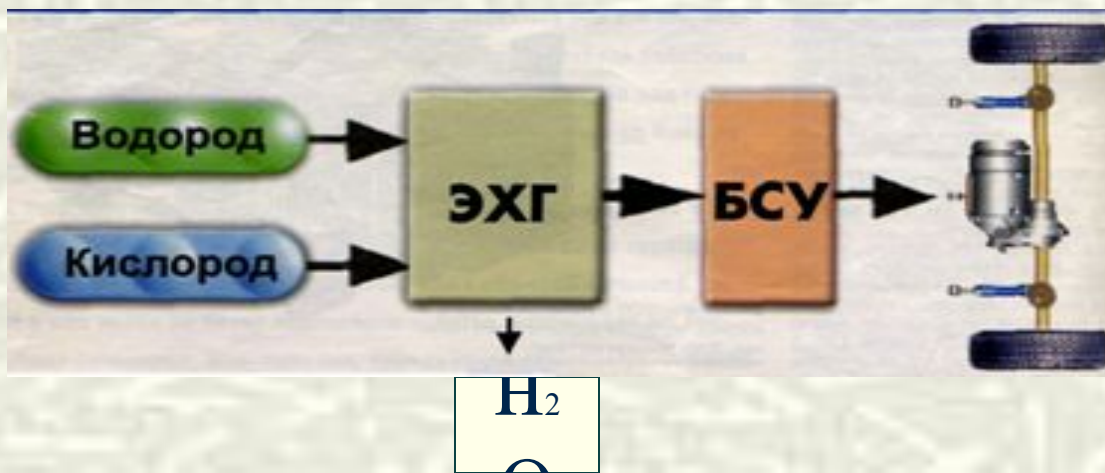
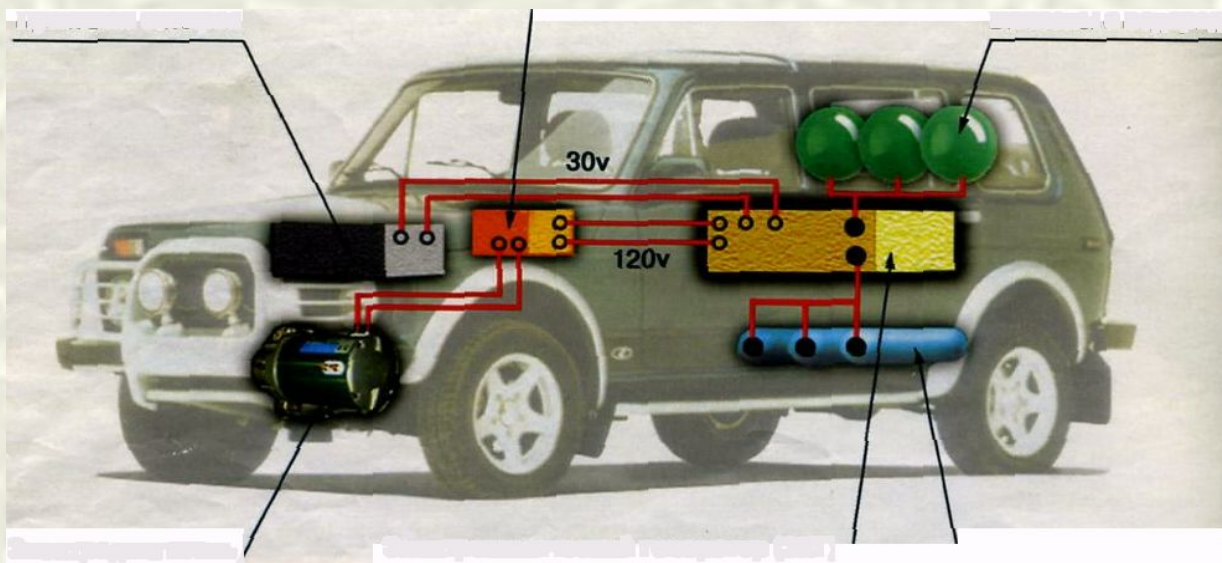


Схема энергоустановки  
на  
ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ

А если расстояние увеличивается, разница в стоимости переброски ещё существеннее – доставка водорода на 1600 км выгоднее уже вдвое. Задача получения дешевого водорода, преодоление его взрывоопасности при массовом использовании, видимо, будет решена уже в обозримом будущем.

Использование спирта в качестве автомобильного топлива также существенно снизит загрязнение среды, выхлоп спиртового двигателя значительно менее токсичен. Можно использовать и бионефть, т. к. в ней практически отсутствуют вредные примеси, в том числе самая неприятная из них – сера. В Амазонии нашли дерево капаибу, достигающее почти 30 м в высоту. Из одного надреза на стволе этого дерева может за час натечь около 20 л отличного дизельного топлива.

Бразилия является лидером в использовании спирта в качестве автомобильного топлива.

Не менее перспективным является и электромобиль.

Преимущества электромобиля несомненны.

Во-первых, он экологически чист, во-вторых, исключается использование нефти, а сжигать нефть, как заметил ещё Дмитрий Иванович Менделеев, всё равно, что топить печь ассигнациями.

Появились первые машины, энергию для движения которых дают фотоэлементы, преобразующие энергию Солнца,

а чтобы эта энергия расходовалась более рационально, систему управления оснащают компьютерами.

В скором будущем электромобиль станет главным видом городского транспорта.

# Современный автомобиль






Т.о. Наш урок показал, что развитие автотранспорта тесно связано и с физикой, и с химией, что для устранения вредных последствий этого развития необходимо провести мероприятия по снижению токсичности выхлопов автотранспорта на региональном, государственном и международном уровнях. В частности, и для выполнения стандартов Единой экологической комиссии ООН по экологии автотранспорта, которые наша страна обязалась выполнять по Женевскому соглашению 1986г.

В заключение хочу сказать, что каждый из нас в ответе за чистоту на нашей Земле!





---

**Спасибо за урок!**

---